



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

Hjörleifur Jakobsson  
Sverrir Þórhallsson

## **HITAVEITA HVERAGERÐIS**

Áhrif útfellinga á flutningsgetu hitaveitulagna

**OS-83048/JHD-08**

Reykjavík, júní 1983



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**Hjörleifur Jakobsson**  
**Sverrir Þórhallsson**

## **HITAVEITA HVERAGERÐIS**

**Áhrif útfellinga á flutningsgetu hitaveitulagna**

**OS-83048/JHD-08**

**Reykjavík, júní 1983**

## ÁGRIP

Skýrslan greinir frá ástandskönnun er gerð var á Hitaveitu Hveragerðis og fólst einkum í því að meta áhrif útfellinga á flutningsgetu hitaveitulagna. Framkvæmdar voru rennslis- og þrýstifallsmælingar á aðveituæð til bæjarins og um 50 heimæðum og við úrvinnslu þeirra mælinga stuðst við hefðbundin fræði á þessu sviði. Einnig voru tekin útfellingasýni og þau skoðuð. Reyndist þykkt þeirra vera allt að 3,7 mm í heimæðum. Ástand heimæða virðist almennt standa í beinu sambandi við aldur þeirra. Algengt var að núverandi flutningsgeta lagna eftir 10 ára notkun væri um 1/5 af flutningsgetu nýrra röra. Við óbreyttar aðstæður má gera ráð fyrir vatnsskortri vegna minnkandi flutningsgetu innan fárra ára, þar sem ástandið er verst.

EFNISYFIRLIT

	bls.
ÁGRIP.....	2
EFNISYFIRLIT .....	3
TÖFLU- OG MYNDASKRÁ .....	4
1 INNGANGUR .....	5
2 FRAMKVÆMD KÖNNUNAR .....	6
3 GRUNDVÖLLUR ÚTREIKNINGA .....	8
4 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á HEIMÆÐUM.....	10
5 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á ADVEITUÆÐ.....	14
6 ÚTFELLINGASÝNI .....	15
7 UMFJÖLLUN .....	16
HEIMILDIR .....	18
VÍÐAUKI A LÝSING Á MÆLINGUM HEIMÆÐA .....	19
VÍÐAUKI B STAÐSETNING MÆLDRA HEIMÆÐA OG TEIKNINGAR AF ÞEIM.	23
VÍÐAUKI C LJÓSMYNDIR AF ÚTFELLINGARSÝNUM .....	29

## TÖFLUR

	bls.
1 Niðurstöður mælinga á heimæðum.....	11
2 Niðurstöður mælinga á aðveituæð .....	14
3 Útfellingasýni úr heimæðum .....	16
4 Útfellingasýni úr hitaveitugrindum .....	16

## MYNDIR

1 Viðnámsstuðull sem fall af rennsli og hrjúfleika röra.....	9
2 Dreifing flutningsgetu mældra heimæða .....	12
3 Flutningsgeta heimæða sem fall af árafjölda frá tengingu húsa við hitaveitu .....	13
4 Flutningsgeta aðveituæðar sem fall af árafjölda .....	15
A.1 Skýringamynd fyrir tengingu mæliútbúnaðar .....	22
B.1 Yfirlitskort af Hveragerði .....	24
B.2 Hitaveitulagnir í Heiðarbrún .....	25
B.3 Hitaveitulagnir í Heiðmörk .....	25
B.4 Hitaveitulagnir í Dynskógum .....	26
B.5 Hitaveitulagnir í Laufskógum .....	26
B.6 Hitaveitulagnir á horni Varmahlíðar og Laufskóga .....	27
B.7 Hitaveitulagnir í Borgarhrauni .....	27
C.1 Ljósmynd af útfellingasýnum úr heimæðum .....	30
C.2 Ljósmynd af útfellingasýnum úr hitaveitugrindum.....	31

## 1 INNGANGUR

Jarðhitinn hefur verið nýttur til upphitunar í Hveragerði allt frá stofnun mjólkurbús þar 1928. Í fyrstu voru það einkum hverir sem nýttir voru en með tilkomu jarðbors Rannsóknarráðs 1939 hófust umfangsmiklar boranir í tengslum við aukningu gróðurhúsaræktunar í Hveragerði. Boranir þessar voru á vegum einkaaðilja og voru boraðar um 15 holur á næstu árum. Hveragerðishreppur var stofnaður 1947 og tók hann þá að miklu leyti yfir boranir í Hveragerði. Hitaveita Hveragerðis var stofnuð 1953 og síðan hafa einkaveitur að mestu verið lagðar niður. Á fyrstu árum hitaveitunnar voru boraðar 8 holur á hverasvæðinu og eru tvær þeirra notaðar í dag (hola 1 og hola 2). Samhliða þessu voru settir upp forhitarar á hverasvæðinu og tvöfalt dreifikerfi lagt um bæinn (Kristján Sæmundsson 1970). Síðan hafa verið boraðar fjórar holur á vegum hitaveitunnar og eru þrjár þeirra nýttar, hola 3 boruð 1963, hola 5 boruð 1967-1968 og hola 6 boruð 1980-1981.

Undir lok sjöunda áratugsins voru miklir erfiðleikar í rekstri tvöfalda kerfisins. Vegna þessa og þá ört stækkandi byggðar var ákveðið að endurbyggja veituna. Var tekinn sá kostur að fá vatn úr holum Jarðvarmaveitna ríkisins í Ölfusdal. Í júníbyrjun 1973 var þessu vatni síðan hleypt á dreifikerfi Hitaveitu Hveragerðis. Fljótlega fór að bera á að hemlar og millihitarar í húsum stífluðust og olli þetta óvæntum rekstrarerfiðleikum veturinn 1973-1974. Um vorið 1974 var prófað að blanda köldu lækjarvatni saman við borholuvatnið. Virtist það gefa góða raun og var þá ráðist í að virkja lindir vestan Varmár, reisa dælustöð og blanda hreinu fersku vatni saman við borholuvatnið. Vegna hás kísilinnihalds borholuvatnsins þótti æskilegt að nota sem minnst af því en sem mest af gufu og fersku vatni, en sökum skorts á fersku vatni er alltaf töluvert af borholuvatni í blöndunni (Fjarhitun og Orkustofnun 1977). Árið 1979 var síðan sett upp önnur skilja til að auðvelda stýringu á magni borholuvatns í blöndunni, sérstaklega á sumrin.

Í dag er hitaveitan að hluta rekin með þessu móti einkum til upphitunar íbúðarhúsnæðis. Að öðrum hluta er hitaveitan rekin með sér gufuveitu sem nýtir tveggja fasa blöndu gufu og vatns úr holum 1, 2, 3, 5 og 6 og fer mestur hluti þeirrar blöndu í gróðurhúsin en nokkuð í íbúðarhús vestast í bænum.

Ekki hafa komið upp nein tæringar- né útfellingarvandamál í

gufuveitunni en vegna hás hitastigs blöndunnar hefur reynst erfitt að finna heppilega einangrun á rörin. Í ferskvatnsveitunni hefur hins vegar borið töluvert á útfellingum þó ekki sé það eins mikið og þegar eingöngu var notað háhitavatn úr Ölfusdal. Útfellingar þessar hafa verið rannsakaðar nokkuð af efnafræðingum Orkustofnunar og eru af annarri tegund en útfellingarnar 1973-1974 (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1983). Þá féllu út álsíliköt en nú falla út magnesíumsíliköt (Hrefna Kristmannsdóttir 1983). Framtíðaráform hitaveitunnar hafa verið í deiglu og af því tilefni samdi Orkustofnun í desember 1982 greinargerð "Tillögur um könnun framtíðarvalkosta fyrir Hitaveitu Hveragerðis" (Sverrir Þórhallsson 1982).

Þann 31. janúar 1983 var haldinn fundur á Orkustofnun um þessi útfellingavandamál hjá Hitaveitu Hveragerðis. Voru þar mættir fulltrúar Orkustofnunar og Hveragerðishrepps. Í framhaldi af þeim fundi óskaði hreppsnefnd Hveragerðis eftir því að Orkustofnun hefðist handa um ástandskönnun á dreifikerfi Hitaveitu Hveragerðis (sbr. bréf dags. 83.02.18). Unnið var að þeirri könnun í mars mánuði og miðaðist hún einkum að því að meta flutningsgetu heimæða og aðveituæðar samanborið við nýjar pípur. Framkvæmdar voru ítarlegar þrýstifallsmælingar á aðveituæðinni og um 20 heimæðum og niðurstöður birtar í greinargerð (Hjörleifur Jakobsson og Sverrir Þórhallsson 1983). Í ljósi þeirra niðurstaðna var ákveðið að kanna fleiri heimæðar og leggja sérstaka áherslu á nýrri heimæðar. Einnig var ákveðið að taka rörsýni úr húsum víðsvegar um bæinn, athuga útfellingar í þeim og meta til samanburðar við niðurstöður mælinga. Þeirri athugun er nú lokið. Gerðar voru mælingar á um 30 heimæðum til viðbótar þeim 20 sem áður er lýst og um 10 rörsýni tekin. Mælingar voru gerðar af starfsmönnum Orkustofnunar í góðri samvinnu við starfsmenn Hitaveitu Hveragerðis. Heildarniðurstöður þessarar athugunar eru birtar hér í þessari skýrslu.

## 2 FRAMKVÆMD KÖNNUNAR

Tilgangurinn með könnuninni var fyrst og fremst að athuga ástand aðveituæðar og dreifikerfis m.t.t. útfellinga. Útfellingar í pípum minnka flutningsgetu þeirra á tvennan hátt. Í fyrsta lagi þrengjast pípunar þegar útfellingin hleðst innan á vegg þeirra og getur þetta jafnvel stíflað pípunar. Þetta á sérstaklega við um grannar pípur. Í öðru lagi er yfirborð útfellinganna hrjúft, þannig að viðnám gegn rennsli eykst og þrýstitap verður meira. Út frá rennslis- og

Þrýstifallsmælingum er síðan hægt að meta heildaráhrif útfellinganna og fá þannig samanburð við nýjar pípur.

Athugun á dreifikerfi hitaveitunnar beindist aðallega að heimæðum þar eð auðveldast er að mæla rennsli og þrýstifall í þeim. Ástæða var til að kanna sérstaklega hvort heildartími (dvarlartími) vatns í kerfinu hefði áhrif á magn útfellinga. Af þessum sökum eru hús þau, er valin voru til könnunar misjafnlega langt frá aðalæð bæjarins. Alls voru um 50 heimæðar athugaðar og eftirfarandi atriði mæld, þar sem því var við komið:

- i) Inntaks- og frárennslshitastig vatnsins
- ii) Vatnsnotkun
- iii) Mesta mögulega rennsli í gegnum heimæð við núverandi götuþrýsting.
- iv) Þrýstitap í heimæð fyrir mismunandi rennsli.

Hitastig var mælt með Wahl "digital" hitamæli með "platinum-RTD" nema í beinni snertingu við vatnið.

Vatnsnotkun var mæld með 10 l mælibrúsa og skeiðklukku. Óvissa í þessum mælingum er innan við 1%. Við þessar mælingar var í fyrstu farið inn á frárennsli frá varmaskiptum kerfisins en fljótlega var séð að þægilegra var að mæla rennslið við inntak og taka tillit til þrýstitaps yfir varmaskipta í mælingunum.

Mesta mögulega rennsli var mælt við inntak og þannig mælt hversu mikið heimæðin gæti flutt við núverandi götuþrýsting.

Rennslismælingar til að kanna þrýstifall í heimæðum voru gerðar við inntak og gert ráð fyrir stöðugum götuþrýsting. Í nokkrum tilvikum þar sem tvö hús eru á sama stofni voru þau mæld saman og fékkst þannig nákvæmara mat á þrýstitapi í viðkomandi heimæðum. Þrýstingur var mældur með vökvafylltum WKA þrýstingsmæli.

Nákvæmari lýsingu á mælingum heimæða er að finna í viðauka A.

Til þess að fá samanburð við niðurstöður í Hveragerði var einnig farið í nokkur hús í Garðabæ og svipaðar mælingar gerðar. Garðabær fær vatn frá Hitaveitu Reykjavíkur en í þeirri veitu hefur ekki orðið vart við útfellingar.



Þrýstifallsmælingar á aðveituæðinni voru gerðar milli vatnsþróar við gufuskilju og brunns B-1 við Álfafell. Vegalend þar á milli er um 500 m og hæðarmunur 20,2 m. Við vatnsþró er búnaður til rennslismælinga. Aðveituæðin er  $\phi 250$  mm asbeiströr í torfgarði.

### 3 GRUNDVÖLLUR ÚTREIKNINGA

Tilgangur mælinganna var fyrst og fremst að fá samanburð á hitaveitukerfinu í Hveragerði í núverandi ástandi og nýju kerfi. Sá samanburður fékkst með því að bera mælt þrýstifall saman við áætlað þrýstifall í nýjum pípum. Þrýstifall í nýjum pípum var metið út frá hefðbundunum aðferðum sem nú verður stuttlega lýst.

Þrýstifall í beinum pípum má rita sem

$$\Delta P_1 = f \left( \frac{L}{D} \right) \left( \frac{\rho V^2}{2} \right) \quad (1)$$

þar sem

- f = viðnámsstuðull
- L = lengd pípu (m)
- D = þvermál pípu (m)
- $\rho$  = eðlismassi vökva ( $\text{kg/m}^3$ )
- V = hraði vökva (m/s)

Hér eru allar stærðir þekktar nema viðnámsstuðullinn f. Hann má finna út frá mynd 1 en fyrir tölvuútreikninga er jöfnuform hentugra og er hér stuðst við jöfnu Colebrooks og Whites (Olson, R.M. 1966).

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1,74 - 2 \log_{10} \left( \frac{2k}{D} + \frac{18,7}{\text{Re}_D \sqrt{f}} \right) \quad (2)$$

þar sem

$$\text{Re}_D = \frac{\rho V D}{\mu} = \text{Reynoldstala}$$

- $\mu$  = seigja vökvans ( $\text{kg/ms}$ )
- k = "Equivalent sand-grain roughness" = hrjúflekastuðull (mm)

Hrjúflekastuðull fyrir nýja stálpípu er hér metinn samkvæmt venju sem  $k_s = 0,045$  mm og fyrir nýja asbestpípu  $k_a = 0,025$  mm.

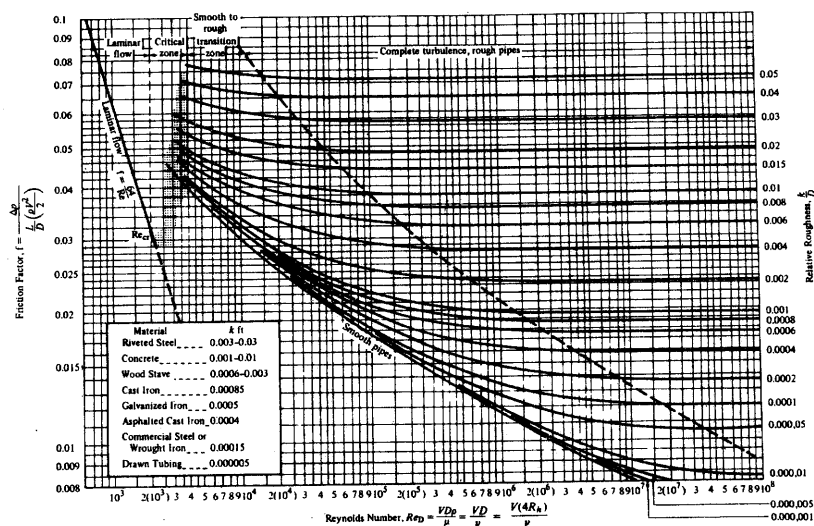
Með ítrun má nú finna viðnámsstuðulinn  $f$  út frá jöfnu (2) og síðan er þrýstifallið fyrir beina pípu fundið út frá jöfnu (1).

Nú er eftir að taka inn í dæmið mótstöður vegna beygja, loka o.s.frv. Þrýstifall yfir slíkar mótstöður er gefið með jöfnu (3).

$$\Delta P_2 = k_L \frac{V^2}{2} \rho \quad (3)$$

þar sem  $k_L$  er þrýstitapsstuðull fyrir hverja mótstöðu. Heildarþrýstifall fyrir nýja heimæð er áætlað samkvæmt eftirfarandi jöfnu:

$$\Delta P_{\text{Reikn}} = \rho \frac{V^2}{2} \left( f \left( \frac{L}{D} \right) + \sum k_L \right) \quad (4)$$



Friction factors for commercial pipe. (From "Friction Factors for Pipe Flow," by L. F. Moody, Trans. ASME, Vol. 66, 1944, with permission of the publishers, The American Society of Mechanical Engineers.)

MYND 1 Viðnámsstuðull sem fall af rennsli og hrjúfleika pípana.

Á mynd 1 sést að viðnámsstuðullinn sem fall af Reynoldstölu breytist

lítið sem ekkert ef  $Re_D$  er  $> 10^5$ . Með það í huga má sjá út frá jöfnu (4) að þrýstifallið er í réttu hlutfalli við hraðann í öðru veldi

$$\Delta P \propto v^2 \quad (5)$$

Vatnsrennslið er síðan í réttu hlutfalli við hraðann í fyrsta veldi

$$Q \propto v \quad (6)$$

Út frá þessu má síðan sjá að miðað við eitthvert ákveðið leyfilegt þrýstifall er flutningsgeta gamallar pípu miðað við nýja

$$\text{Flutningsgeta} = \sqrt{(\Delta P_{\text{Reikn}} / \Delta P_{\text{mælt}})} \cdot 100\% \quad (7)$$

Til þess að sannreyna þessa útreikninga var eins og áður sagði farið í nokkur hús í Garðabæ. Í Garðabæ eru engin útfellingavandamál þannig að pípur þar eiga að haldast nokkuð hreinar. Reyndist svo vera og fengust mælingar sem sýndu flutningsgetu milli 90-100%. Út frá þessu má ætla að aðferðin sem notuð var í Hveragerði gefi raunhæfa mynd af ástandi kerfisins.

#### 4. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á HEIMÆÐUM

Mældar voru heimæðar viðsvegar um bæinn og er staðsetning þeirra sýnd á yfirlitskortu í viðauka B. Einnig er þar að finna nánari staðsetningu og teikningar af hitaveitulögnum fyrir viðkomandi hús og eru þessi hús merkt með stjörnum. Heildarniðurstöður mælinga og útreikninga eru sýndar í töflu 1.

Ef lítið er á tölur um vatnsnotkun sést að þær liggja á bilinu 2,6 til 26,7 l/mín og meðaltal um 7,8 l/mín. Ef þrem hæstu gildum er sleppt er meðaltalið 7,0 l/mín. Til samanburðar er selt rennsli til þessara sömu húsa að meðaltali 4,3 l/mín samkvæmt upplýsingum frá Hitaveitu Hveragerðis. Út frá þessum tölum má gera ráð fyrir að til bæjarins renni 60-80% meira vatn en áætlað var. Skýringin á þessu mikla rennsli liggur að hluta til í ónógum hemlabúnaði. Hefðbundið

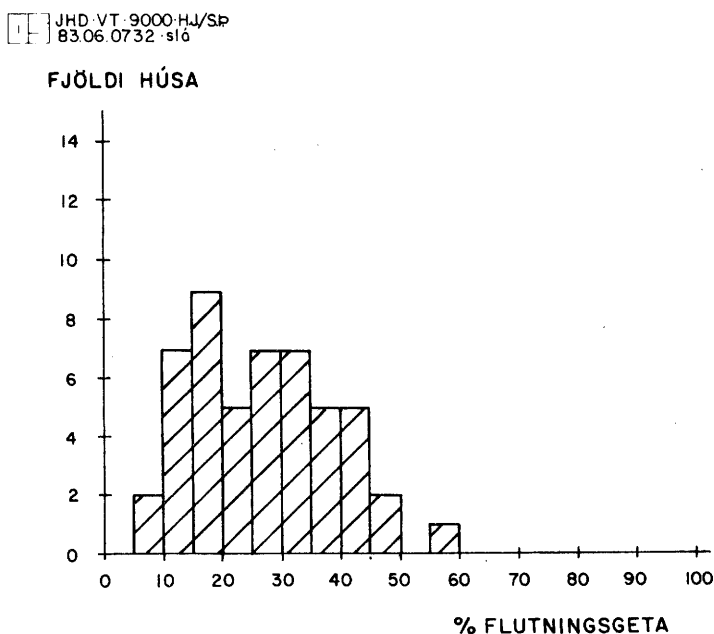
TAFLA 1 Niðurstöður mælinga á heimæðum.

Mælistaður	Notkun	Keypt	Mesta rennsli	Fl.ge. meðalt.	Stat. þrýst.	Hitast. inn	Hitast. út	Lengd heimæðar	Ár tengd hitav.	Mæli-dags.
	[l/mín]	[l/mín]	[l/mín]	[%]	[bar]	[°C]	[°C]	[m]		
Heiðarbr 4	6,5	4,2	20,3	25	1,39	83,5	-	15,5	7	83.04.27
- " - 5	8,5	4,2	33,9	40	1,71	83,9	-	14,0	4	83.04.27
- " - 7	18,3	4,6	24,5	29	1,83	85,0	-	18,5	5	83.04.27
- " - 8	6,0	3,8	14,9	26	1,40	85,0	-	25,0	7	83.04.28
- " - 11	5,0	4,0	34,1	-	1,60	85,3	-	-	3	83.04.28
- " - 12	7,8	4,8	15,7	23	1,28	82,8	-	19,0	8	83.04.27
- " - 16	8,2	4,2	16,9	26	1,38	83,0	-	19,5	7	83.04.27
- " - 18	3,0	4,0	4,4	6	1,42	80,5	-	16,0	5	83.04.27
- " - 20	6,0	4,0	21,3	31	1,53	84,1	-	21,5	5	83.04.27
- " - 23	4,9	4,0	23,2	35	1,28	85,8	-	10,5	5	83.04.28
- " - 25	13,9	4,0	23,9	26	1,46	85,7	-	11,5	4	83.04.28
- " - 26	-	4,6	16,4	29	1,13	82,5	-	22,0	4	83.04.27
- " - 27	9,3	4,0	23,4	28	1,13	85,3	-	12,0	4	83.04.28
- " - 32	26,7	4,6	30,3	45	1,27	83,2	-	17,5	1/2	83.04.28
- " - 33	5,8	3,8	33,3	37	1,79	85,7	-	13,0	5	83.04.28
- " - 34	9,4	4,6	35,3	44	0,93	83,1	-	8,0	1/2	83.04.28
- " - 37	15,7	3,8	27,0	34	1,71	84,2	-	15,5	4	83.04.28
- " - 41	6,0	4,2	33,2	65	1,30	87,2	59,5	32,5	1/2	83.03.15
- " - 45	4,1	4,0	35,1	50	1,60	85,2	-	27,0	1/2	83.04.29
- " - 46	5,5	4,6	30,9	47	1,19	84,9	-	12,0	1/2	83.04.27
- " - 49	10,7	4,0	31,2	43	1,61	84,7	-	22,5	1	83.04.29
- " - 51	5,0	4,0	19,5	23	1,34	83,5	-	11,5	7	83.04.29
- " - 53	6,0	4,0	39,7	44	1,51	84,7	-	11,0	1/4	83.04.29
- " - 59	6,3	4,0	24,9	32	1,20	85,3	-	10,0	6	83.03.17
- " - 61	12,4	4,0	29,1	32	1,30	87,1	72,4	6,5	6	83.03.17
- " - 63	4,2	4,0	26,8	31	1,31	84,0	-	8,5	6	83.03.17
- " - 67	6,2	3,8	23,6	37	1,23	86,1	60,5	13,5	4	83.03.17
- " - 69	-	3,8	21,4	35	1,25	87,5	-	20,0	6	83.03.17
- " - 96	8,7	4,6	39,2	41	1,73	85,7	-	11,5	-	83.04.29
Lyngh 10	6,8	5,0	39,7	39	2,16	85,0	-	13,8	1 1/2	83.05.03
- " - 12	16,0	5,0	44,8	39	1,95	80,9	-	9,0	1 1/2	83.05.05
Laufskg 17	6,6	4,0	12,9	18	2,4	84,0	-	21,0	10	83.04.06
- " - 35	4,9	5,5	10,1	23	1,5	87,4	-	51,5	10	83.04.06
- " - 37	9,9	6,5	24,8	28	1,5	84,0	60,8	9,5	10	83.04.06
Varmahl 3	2,9	4,2	8,2	13	2,4	87,4	-	28,5	10	83.04.06
Heiðmörk 1	5,4	4,6	9,0	16	1,77	81,5	45,0	38,0	10	83.03.10
- " - 65	8,6	4,6	20,2	20	2,45	85,5	57,7	14,0	10	83.03.15
- " - 69	-	5,0	11,5	18	1,72	79,5	-	38,0	10	83.03.15
- " - 72	8,6	5,5	23,5	25	2,11	85,5	45,1	13,0	10	83.03.15
- " - 74	10,4	3,8	17,0	20	2,11	84,9	-	17,0	10	83.03.15
- " - 76	7,6	5,0	8,9	15	1,72	81,3	-	21,5	10	83.03.15
Dynskg 4	5,9	4,0	10,8	11	1,66	86,3	41,0	7,5	10	83.03.10
- " - 6	5,9	3,8	18,2	20	1,96	89,9	52,9	7,5	10	83.03.10
- " - 8	9,4	4,8	10,4	16	0,93	88,3	63,7	7,5	10	83.03.10
- " - 10	4,1	4,4	5,8	11	0,93	85,8	51,0	18,5	10	83.03.10
- " - 12	3,2	4,5	9,6	12	2,26	81,5	39,5	20,0	10	83.03.10
Borgarhr 1	2,6	4,0	18,6	14	2,47	86,7	-	5,0	10	83.05.03
- " - 2	-	4,0	19,5	16	2,40	87,7	-	9,0	9	83.05.03
- " - 4	9,6	4,2	14,2	16	2,42	86,2	-	17,5	9	83.05.03
- " - 5	4,5	4,0	10,0	13	2,39	84,7	-	29,0	10	83.05.03
- " - 17	5,0	4,5	7,9	9	1,35	85,5	-	9,0	7	83.05.03

hemlakerfi samanstendur af blendu (nippill með ákveðinni gatastærð) og loka með þrýstiskynjun. Þrýstiskynjunin er sitt hvorum megin við blenduna og síðan sér lokinn um magnskömmtun með því að sjá til þess að þrýstifall (vatnsmagn) yfir blenduna sé ekki of mikið. Þessi útbúnaður var settur í upphaflega en lokar urðu óvirkir vegna útfellinga og voru því fjarlægðir. Blendan var höfð áfram en hún nægir ekki til að skammta rennslið rétt vegna mismunandi götuprýstings. Í ljós kom einnig að hitastilltir lokar á frárennsli í húsum virtust víða óvirkir og hleyptu vatninu of heitu út. Frárennslshitastig var víða 60-70°C (sjá töflu 1). Skýringar á þessu mikla vatnsmagni gæti einnig verið að leita í lélegri nýtni varmaskipta. Útfellingar á yfirborði varmaflata hindra allan varmaflutning, sem hefur í för með sér herra frárennslshitastig. Hafa má í huga að magn útfellinga er í beinu sambandi við rennsli í kerfinu og minnkun rennslis drægi úr hraða útfellinga þó þar sé ekki um varanlega lausn á vandamálinu að ræða.

Mesta vatnsmagn sem heimæðarnar geta flutt miðað við núverandi götuprýsting er á bilinu 4,4 til 44,8 l/mín og að meðaltali 21,7 l/mín. Þetta er töluvert herra en fyrri mælingar gáfu til kynna (Hjörleifur Jakobsson og Sverrir Þórhallsson 1983), en hafa ber í huga að mælingar nú náðu til mun yngri heimæða.

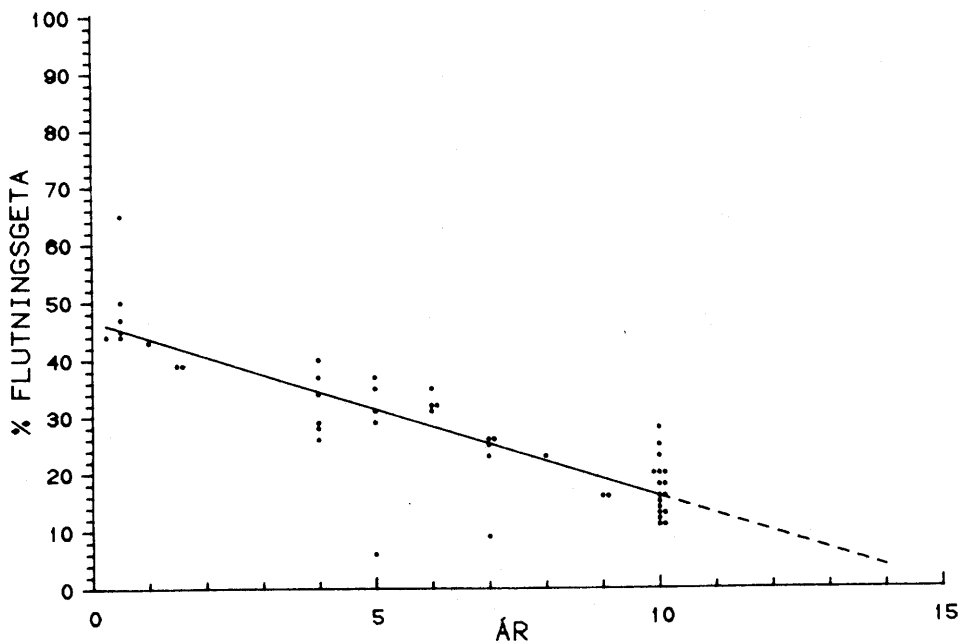
Áætluð flutningsgeta samanborið við nýja lögn reyndist vera á bilinu 6% til 65% og að meðaltali 28%. Mynd 2 sýnir dreifinguna.



Mynd 2 Dreifing flutningsgetu mældra heimæða.

Á mynd 3 sést % flutningsgeta sem fall af þeim árafjölda sem viðkomandi hús hafa verið tengd núverandi hitaveitu. Einn meginatilgangur með framkvæmd áður nefndra 30 viðbótamælinga var að grundvallalla þessa mynd betur með mælingum á nýrri heimæðum. Ekki er hægt að segja að nýjustu mælingar breyti fyrri niðurstöðum mikið.

IE JHD-VT-8716-HJ/SP  
83.05.0691 T



Mynd 3 FLUTNINGSGETA HEIMÆÐA SEM FALL AF ÁRAFJÖLDA FRÁ TENGINGU HÚSA VIÐ HITAVEITU

Meðaltal flutningsgetu fyrir þau hús sem hafa verið tengd veitunni í 10 ár er um 17%. Mesta mögulega rennsli inn í þessi hús er 13,5 l/mín að meðaltali. Ef gert er ráð fyrir að húsin komist af með það magn sem þau kaupa (að meðaltali 4,6 l/mín) og flutningsgeta haldi áfram að minnka samkvæmt línu á mynd 3 má búast við að til vatnsskorts komi í þessum húsum eftir 3-4 ár. Hér er um meðaltalstölur að ræða en ef hnignun flutningsgetu er sú sama fyrir allan bæinn má búast við að til vatnsskorts komi í sumum þessara húsa fyrr. Í þremur húsum mældist veruleg rennslistregða og þyrfti að hreinsa þar í sumar og sem fyrirbyggjandi viðhald væri rétt að hreinsa heimæðar að húsum þar sem mesta rennsli mældist undir 10 l/mín (7 hús).

Hitastig vatns inn í hús var að meðaltali 85 °C og statískur þrýstingur að meðaltali 1,6 bar.

Ekki er hægt að sjá út frá heildarniðurstöðum að staðsetning húsa hafi veruleg áhrif á hraða útfellinga.

## 5 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á AÐVEITUÆÐ

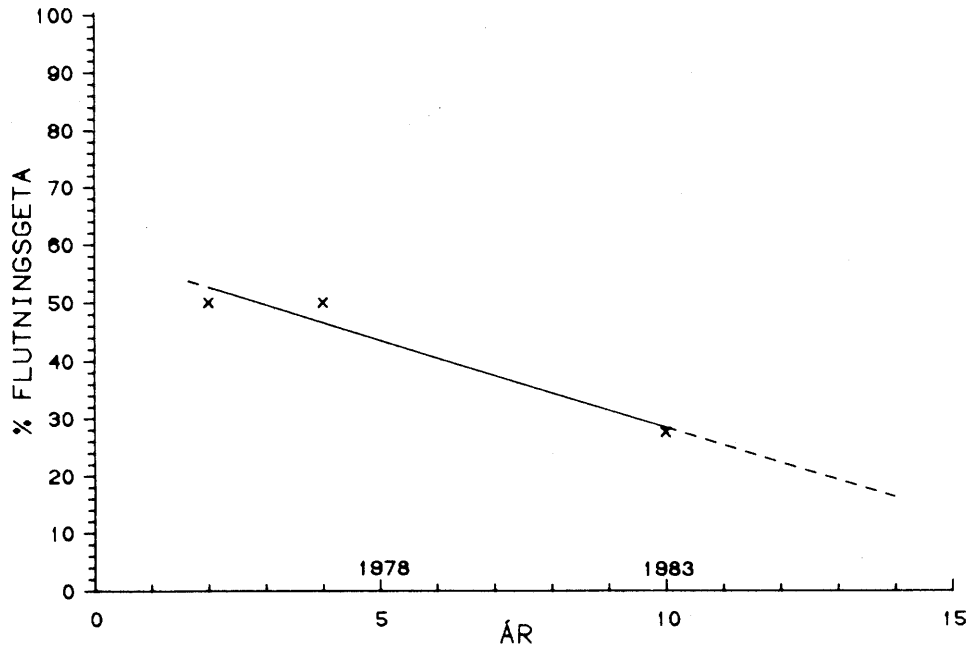
Í mars og byrjun aprílmánaðar voru gerðar rennslis- og þrýstifallsmælingar á asbeströra-aðveituæðinni frá safnþró að brunni B-1 í Hveragerði, sem er nærri Álfafelli. Tilgangur mælinganna var að kanna ástand æðarinnar og bera niðurstöður saman við svipaðar mælingar er gerðar voru 1975 og 1977 (Fjarhitun og Orkustofnun 1977). Niðurstöður mælinga eru sýndar í töflu 2.

TAFLA 2 Niðurstöður mælinga á aðveituæð (  $\phi$ 250 mm L=500 m)

Mæling Dags.	Rennsli [l/s]	Þrýstifall [bar]	Áætlað þrýstifall í nýju röri [bar]	Áætluð flutningsgeta [ % ]
9. mars	33,0	0,84	0,070	28,9
10. mars	33,5	0,94	0,070	27,4
15. mars	30,5	0,84	0,061	27,0
17. mars	30,0	0,80	0,059	27,2
6. apríl	29,0	0,74	0,055	27,3

Meðaltal áætlaðrar flutningsgetu fyrir þessar fimm mælingar er um 28%. Samsvarandi mælingar gerðar 1975 og 1977 sýndu áætlaða flutningsgetu upp á 50% miðað við nýtt rör. Af þessu má ráða að ástand æðarinnar hefur versnað nokkuð á undanförunum árum. Mynd 4 sýnir flutningsgetu aðveituæðar sem fall af árafjölda. Nú má ætla að æðin geti mest flutt 50 l/s án þess að til dælingar komi, en við það lækkar þrýstingur í dreifikerfinu um a.m.k. 1 bar, sem væntanlega þýddi of lágan heimtaugaprýsting.

JHD-VT-8716-HJ/SP  
83.05.0690 T



Mynd 4 FLUTNINGSGETA AÐVEITUÆÐAR SEM FALL AF ÁRAFJÓLDA  
(ÞVERMÁL 250 mm)

Við mælingar á rennsli kom einnig í ljós að heildarvatnsframleiðsla (holuvatn + ferskvatn) var u.þ.b. 60 l/s. Þetta eru 25-30 l/s umfram notkun og er athugandi að minnka þetta. Fengist þá jafnframt kísilsnaðara vatn.

## 6 ÚTFELLINGASÝNI

Eins og áður sagði voru tekin nokkur rörsýni og athugaðar í þeim útfellingarnar. Sýnum þessum má skipta í tvennt. Annars vegar rörbútar sem teknir voru úr mæligrind við inntak og hins vegar bútar úr nokkrum heimæðum. Fyrirhugað er að efnagreina þessar útfellingar í sumar. Ljósmyndir af þessum sýnum er að finna í viðauka C. Útfellingarnar hlaðast upp í garða sem liggja þvert á straumstefnuna. Þykkt útfellinganna var mæld og eru niðurstöðurnar sýndar í töflum 3. og 4.



TAFLA 3 Útfellingasýni úr heimæðum

Staður	Innra þvermál röra [mm]	Mesta þykkt útfellinga [mm]	Árafj. frá tengingu
Heiðmörk 36	21,6	3,5	10
- " - 59	21,6	3,7	10
Borgarhraun 16	21,6	2,9	10

TAFLA 4 Útfellingasýni úr hitaveitugrindum

Staður	Innra þvermál röra [mm]	Mesta þykkt útfellinga [mm]	Árafj. frá tengingu
Varmahlíð 3	16,0	3,7	10
Laufskógar 17	21,6	2,3	10
Dynskógar 4	21,6	1,0	10
Heiðmörk 65	21,6	0,9	10
Heiðmörk 74	16,0	0,4	10
Dynskógar 6	16,0	0,4	10
Heiðarbrún 51	21,6	2,3	7
Heiðarbrún 63	16,0	1,7	6

Niðurstöður úr töflu 4 ber að taka með nokkrum vara þar eð oft hefur verið skipt um varmaskipta í þessum húsum og þá um rörbúta um leið. Því er ekki víst að þeir bútar sem teknir voru hafi verið þar frá tengingu hússins.

## 7 UMFJÖLLUN

Nú er lokið all ítarlegum mælingum á heimæðum í dreifikerfi hitaveitu Hveragerðis. Útfellingar hafa mælst allt að 3,7 mm á þykkt í röri sem er 21,6 mm í innanmál. Útfellingar þessar hafa verið raktar til notkunar upphitaðs ferskvatns (Hrefna

Kristmannsdóttir 1983). Ferskvatnið inniheldur uppleyst steinefni sem ekki er hægt að sía úr. Eftir upphitun og afloftun falla þessi efni síðan út.

Flutningsgeta heimæða miðað við tandurhreinar nýjar pípur hefur verið metin og tölur eins og 10-20% flutningsgeta eru algengar eftir 10 ára notkun. Samt flytja þessar pípur nóg vatn til húsanna. Ekki er því óeðlilegt að menn líti þessar flutningsgetutölur hornauga. Þá er því til að svara að almennt eru hitaveitur hannaðar miðað við að þrýstifall í heimæðum sé um 20 mm vatnssúlu/m. Sem dæmi getur 20 m löng 3/4" heimæð, sem hönnuð er á þessum grundvelli og hefur 1,0 bar þrýstifall til umráða, flutt um 65 l/mín inn í húsið. Af þessu sést að vídd röra er yfirleitt það ríflega áætluð að þrátt fyrir að flutningsgeta minnki niður fyrir 10% vegna útfellinga geta heimæðarnar samt flutt nægilegt magn af vatni til hússins.

HEIMILDIR

Fjarhitun hf og Orkustofnun 1977: Hitaveita Hveragerðis. Greinargerð um rekstur veitunnar frá árinu 1973 og framtíðarhorfur.

Hjörleifur Jakobsson og Sverrir Þórhallsson 1983: Hitaveita Hveragerðis. Áhrif útfellinga á flutningsgetu hitaveitulagna. Orkustofnun, OS-83028/JHD-09 B, 15 s.

Hrefna Kristmannsdóttir 1983: Útfellingar úr upphituðu ferskvatni frá Hitaveitu Hveragerðis. Orkustofnun, OS-83011/JHD-02- B, 14 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Sverrir Þórhallsson og Karl Ragnars 1983: Magnesiumsilikatútfellingar í Hitaveitum. Orkustofnun, (í útgáfu).

Kristján Sæmundsson 1970: Jarðhiti á Suðurlandsundirlendi og nýting hans. Suðri II. Bjarni Bjarnason frá Laugarvatni. 101-160.

Olson, R.M. 1966: Essentials of Engineering Fluid Mechanics. Harper Row, Publishers, New York, 637 s.

Sverrir Þórhallsson 1982: Tillögur um könnun framtíðarvalkosta fyrir Hitaveitu Hveragerðis. Orkustofnun, 4 s.

VIÐAUKI A

LÝSING Á MÆLINGUM HEIMÆÐA

## VIÐAUKI A. LÝSING Á MÆLINGUM HEIMÆÐA

Á mynd A.1 sést skýringamynd fyrir tengingu mæliútbúnaðar. Mælingar voru framkvæmdar á eftirfarandi hátt:

1. Skrúfað fyrir aðalloka við inntak.
2. Mæliútbúnaður tengdur við síu.
3. Skrúfað frá aðalloka og þrýstingur við notað rennsli mældur.
4. Skrúfað fyrir aðalloka og lögn "blinduð" (ef enginn krani var) einhvers staðar fyrir aftan síu (oftast best fyrir framan varmaskipta).
5. Skrúfað frá aðalloka og statískur þrýstingur mældur, (ekkert rennsli í heimæð).
6. Rennslis-loki á slöngu stilltur þannig að þrýstingsmælir sýndi sama þrýsting og í lið 3, og það rennsli mælt, (skráð sem notað vatnsmagn).
7. Hitastig vatns í brúsa mælt við rennsli í brúsann, (skráð sem hitastig inn).
8. Rennslis-loki á slöngu opnaður á fullt og þrýstingur (á að vera 0.0 bar) og rennsli mæld, (skráð sem mesta rennsli).
9. Tvær mælingar gerðar í viðbót fyrir mismunandi þrýsting og rennsli, (til ákvörðunar á f-stuðli).
10. Skrúfað fyrir rennsli-loka á slöngu og statískur þrýstingur mældur aftur. Ef munur var meiri en 10% (0.10 til 0.20 bar) voru mælingar endurteknaar.
11. Mæliútbúnaður aftengdur og allt sett í sama horf og að var komið.

Allar niðurstöður voru skráðar á þar til gerð eyðublöð (sjá næstu síðu).

Einnig var eftirfarandi athugað og skráð:

- a) Lengd rörs frá inntaki að síu.
- b) Fjöldi beygja og loka frá inntaki að síu.
- c) Yfirborðshitastig túr- og rétúr-röra fyrir hitaveituvatnið.
- d) Hvort frágangur lagna og annars útbúnaðar væri mjög ábótavant (enginn hemill o.s.frv.)

MÆLINGAR Á HEIMÆÐUM Í HVERAGERÐI

DAGSETNING 27. apríl 1983

HÚS Heiðarbrún 16

ÞRÝSTINGUR VIÐ NOTAÐ RENNSLI 1,00 bar

STATÍSKUR ÞRÝSTINGUR (1) 1,37 bar

RENNSLISMÆLINGAR:

	MÆLDAR STÆRÐIR		REIKNADAR STÆRÐIR	
	P	Tími	Rennsli	Delta P
	bar	sek	l/mín	bar
NOTAÐ RENNSLI	<u>1,00</u>	<u>72,8</u>	<u>8,2</u>	<u>0,38</u>
MESTA RENNSLI	<u>0,00</u>	<u>35,5</u>	<u>16,9</u>	<u>1,38</u>
3	<u>0,50</u>	<u>45,2</u>	<u>13,3</u>	<u>0,88</u>
4	<u>0,82</u>	<u>59,5</u>	<u>10,1</u>	<u>0,56</u>
(5)	<u>      </u>	<u>      </u>	<u>      </u>	<u>      </u>

HITASTIG VATNS (INN) 83,0 °C

STATÍSKUR ÞRÝSTINGUR (2) 1,39 bar

LENGD RÖRS FRÁ INNTAKI AÐ SÍU 0,50 m

FJÖLDI BEYGJA 1

FJÖLDI LOKA 1

YFIRBORÐSHITASTIG TÚR-RÖRS 77,2 °C

YFIRBORÐSHITASTIG RETÚR-RÖRS 57,7 °C

UMSÖGN HÚSRÁÐENDA:

HÚS TENGT HITAVEITU Haustið 1976

HITI Í HÚSINU (GÓÐUR/SLÆMUR) Nokkuð góður

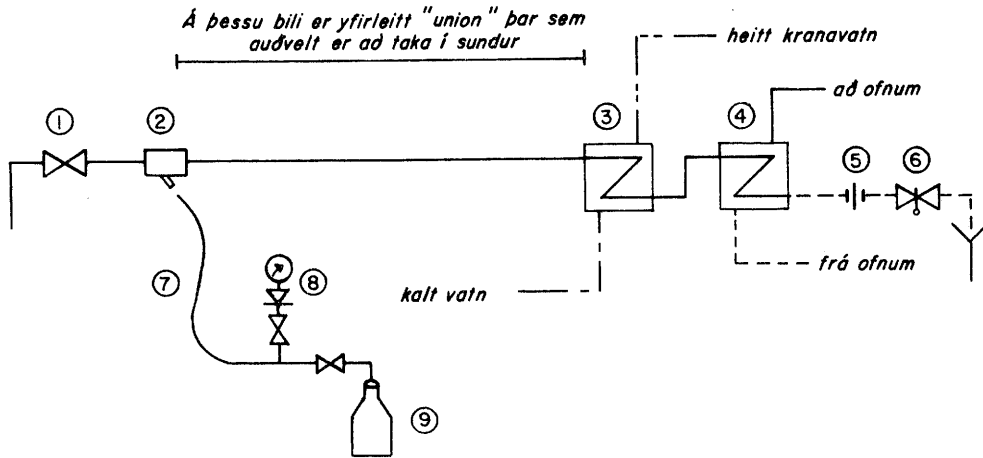
ATHUGASEMDIR UM FRÁGANG:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

KEMUR HEIMÆÐIN INN Í HÚSIÐ Á SAMA STAÐ OG Á TEIKNINGU

Já

JHD-VT-9000-HJ  
83.06.0733-síða



- |   |                              |   |  |
|---|------------------------------|---|--|
| ① | Aðalloki (renniloki)         | ⑥ | Sjálfvirkur loki með innbyggðum hitabreifara |
| ② | Sía                          | ⑦ | Gúmmíslanga                                  |
| ③ | Varmaskiptir fyrir kranavatn | ⑧ | brýstingsmælir                               |
| ④ | Varmaskiptir fyrir ofnavatn  | ⑨ | 10 l. mælibrúsi                              |
| ⑤ | Blenda                       |   |  |

Mynd A.I Skýringarmynd fyrir tengingu mæliútbúnaðar.

VIÐAUKI B

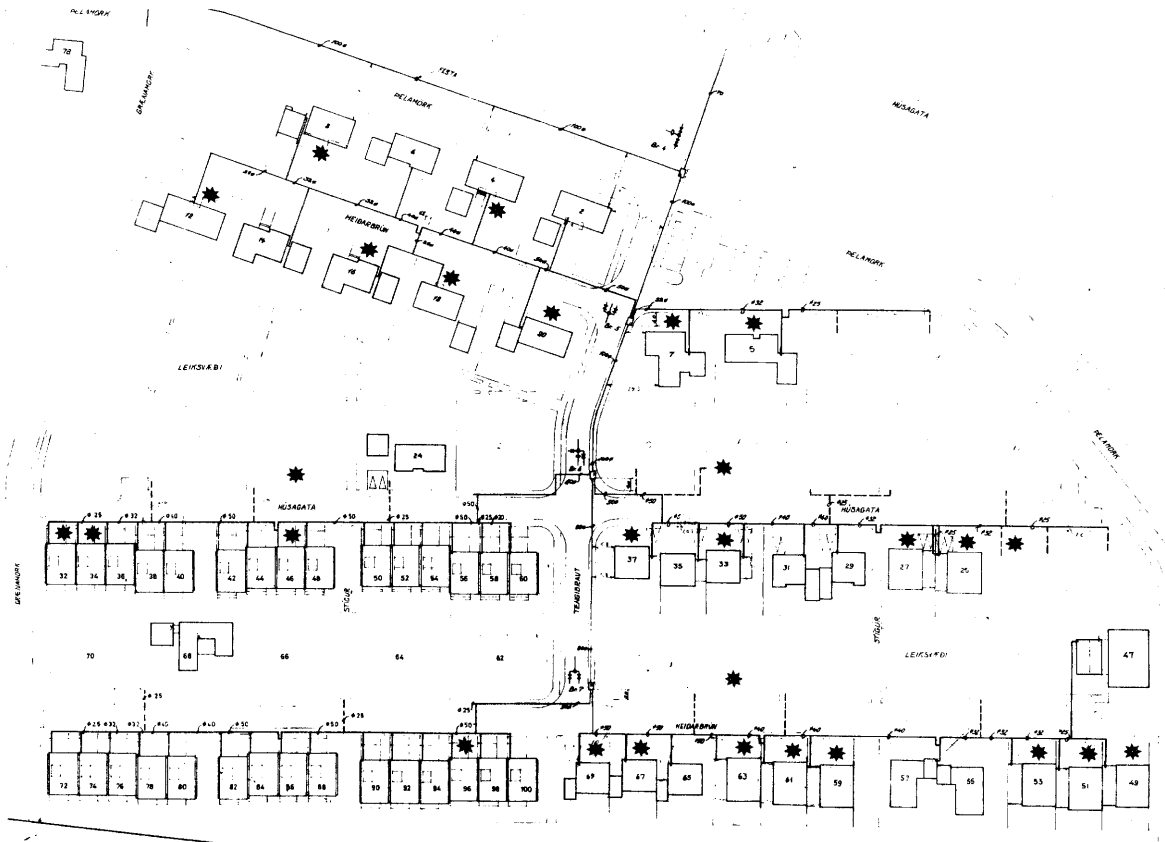
STAÐSETNING MÆLDRA HEIMÆÐA

OG TEIKNINGAR AF ÞEIM

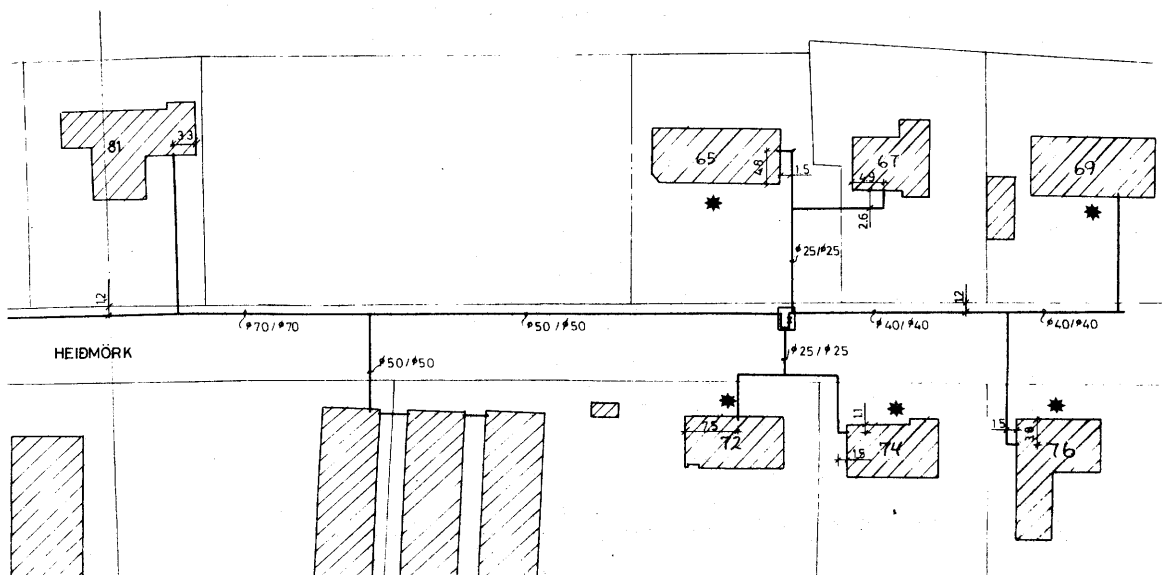




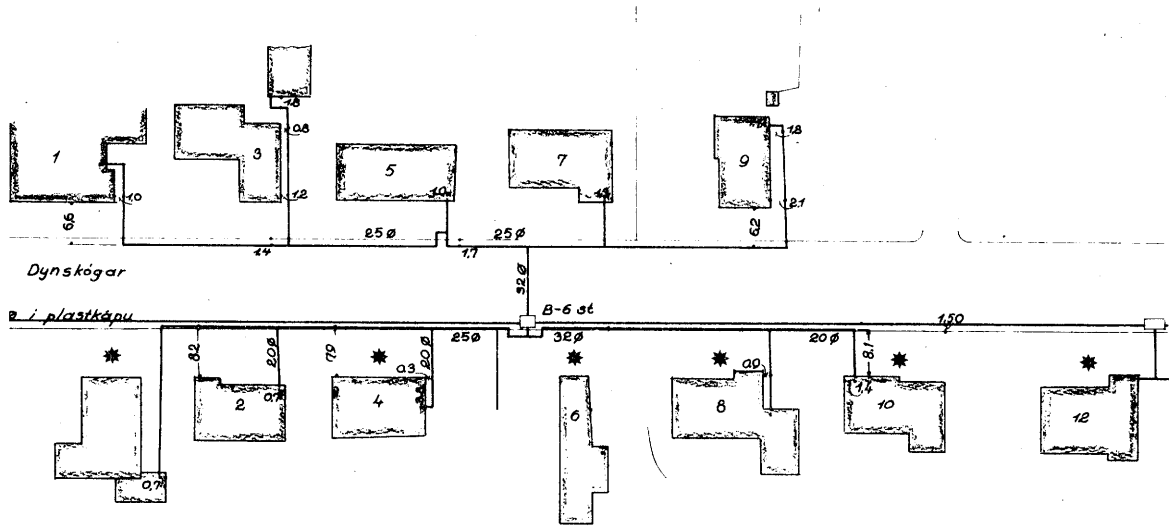
Mynd B.1 YFIRLITSKORT AF HVERAGERÐI.  
MÆLD SVÆÐI AUKENND MED ELLIPSUM  
(Fjarhitun, Teiknisett nr 470)



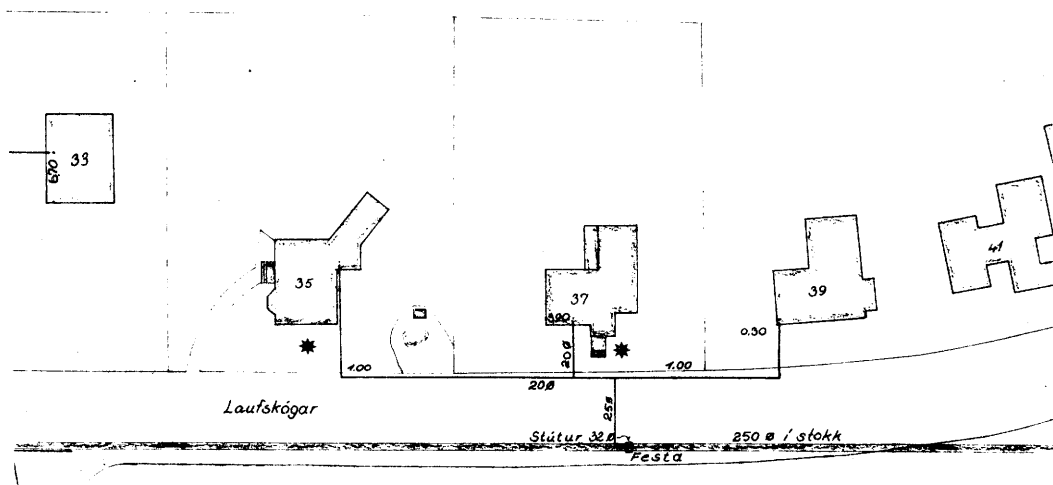
Mynd B.2 HITAVEITULAGNIR Í HEIÐARBRÚN  
(Fjarhitun, Teiknisett nr 470)



Mynd B.3 HITAVEITULAGNIR Í HEIÐMÖRK  
(Fjarhitun, Teiknisett nr 470)



Mynd B.4 HITAVEITULAGNIR Í DYNKÓGUM  
(Fjarhitun, Teiknisett nr 470)



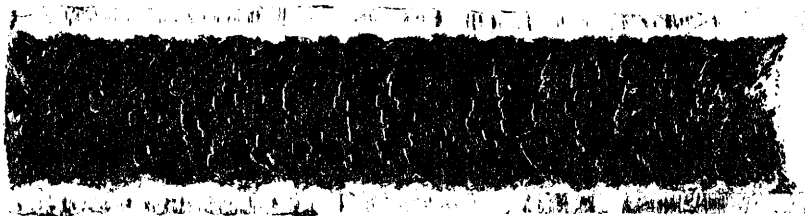
Mynd B.5 HITAVEITULAGNIR Í LAUFKÓGUM  
(Fjarhitun, Teiknisett nr 470)



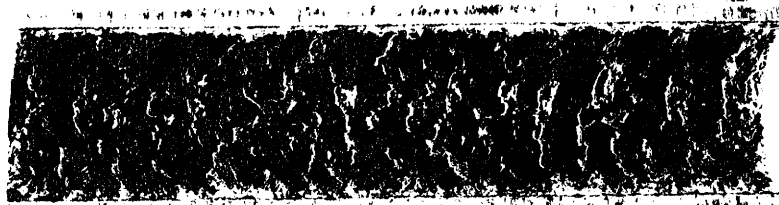


VIÐAUKI C

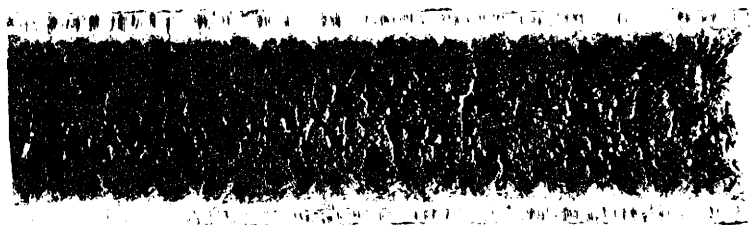
LJÓSMYNDIR AF ÚTFELLINGARSÝNUM



Heiðmörk 36, innra þvermál 21,6 mm, aldur 10 ár,  
mesta þykkt útfellinga 3,5 mm.

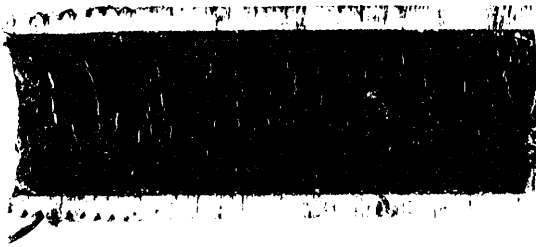


Heiðmörk 59, innra þvermál 21,6 mm, aldur 10ár,  
mesta þykkt útfellinga 3,7 mm.



Borgarhraun 16, innra þvermál 21,6 mm, aldur 10 ár,  
mesta þykkt útfellinga 2,9 mm.

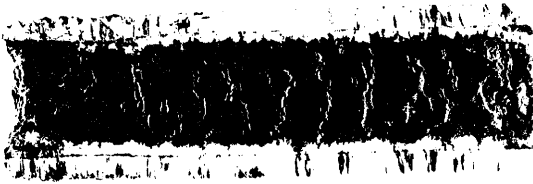
Mynd C.1 LJÓSMYNDIR AF ÚTFELLINGASÝNUM  
ÚR HEIMÆÐUM



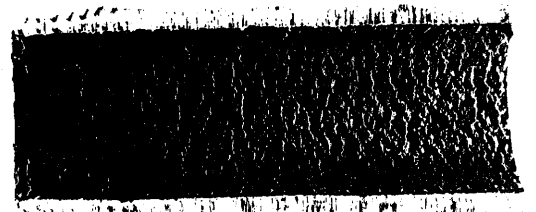
Laufskógar 17, innra þvermál 21,6 mm,  
aldur 10 ár, mesta þykkt útfellinga  
2,3 mm.



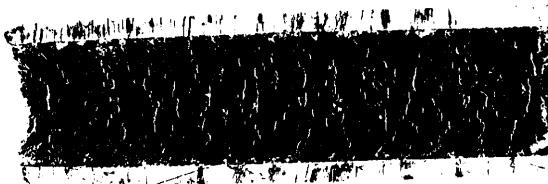
Dynskógar 4, innra þvermál 21,6 mm,  
aldur 10 ár, mesta þykkt útfellinga  
1,0 mm.



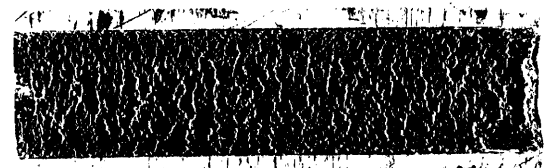
Varmahlíð 3, innra þvermál 16,0 mm,  
aldur 10 ár, mesta þykkt útfellinga  
3,7 mm.



Heiðmörk 65, innra þvermál 21,6 mm,  
aldur 10 ár, mesta þykkt útfellinga  
0,9 mm.



Heiðarbrún 63, innra þvermál 16,0 mm,  
aldur 6 ár, mesta þykkt útfellinga  
1,7 mm.



Dynskógar 6, innra þvermál 16,0 mm,  
aldur 10 ár, mesta þykkt útfellinga  
0,4 mm.



Heiðarbrún 51, innra þvermál 21,6 mm,  
aldur 7 ár, mesta þykkt útfellinga  
2,3 mm.



Heiðmörk 74, innra þvermál 16,0 mm,  
aldur 10 ár, mesta þykkt útfellinga  
0,4 mm.